Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 135-151
ISSN: 2008 - 4730

**نشریه علوم باغبانی** (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۵۱-۱۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

**مقاله پژوهشی**

# کاربرد برگی اسید هیومیک روی خواص مورفولوژیک، گلدهی و میوه‌ی توت‌فرنگی ارقام ’محلی‘ و ’سلوا‘، تحت بسترهای مختلف کشت

**محمد رضا صفری مطلق[۱]- بهزاد کاویانی[۲*]- ژاله عاشق[۳]**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۲

## چکیده

در سال‌های اخیر، اسید هیومیک برای ارتقای ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان زراعی و باغی استفاده می‌شود. یک آزمایش گلدانی برای ارزیابی کاربرد برگی اسید هیومیک و بسترهای کشت مختلف روی ویژگی‌های مورفولوژیک، گلدهی و میوه‌دهی توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa*) ارقام ’محلی‘ و ’سلوا‘ در شهرستان رشت انجام شد. غلظت‌های مختلف اسید هیومیک (صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌صورت محلول‌پاشی برگی در دو مرحله (اواخر فروردین در مرحله‌ی سه‌برگی و اواخر اردیبهشت در مرحله‌ی پنج‌برگی) روی دو رقم ’محلی‘ و ’سلوا‘ کاشته‌شده در بسترهای مختلف (خاک معمولی و مخلوط خاک معمولی همراه با سبوس برنج، پرلیت و ضایعات چای) به‌کار گرفته شدند. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه‌ی بلوک کاملاً تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. کاربرد اسید هیومیک، رشد و بازدهی توت‌فرنگی را افزایش داد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد شاخه یا استولون (۱۴/۸۲ عدد در بوته) در رقم ’سلوا‘ کاشته‌شده در بستر خاک معمولی همراه با ضایعات چای تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. بالاترین وزن میوه (۳۵/۴۵ گرم) و بیشترین تعداد میوه (۱۵/۴۱ عدد در بوته) در رقم ’سلوا‘ کاشته‌شده در بستر خاک معمولی همراه با پرلیت تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. این وزن و تعداد میوه حدود چهار برابر وزن و تعداد میوه در شاهد بود. بیشترین تعداد برگ (۱۶/۰۳ عدد در بوته) در رقم ’محلی‘ کاشته‌شده در بستر خاک معمولی همراه با سبوس برنج و تیمارشده با ۳۰۰ گرم بر لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. کمترین تعداد (۳/۵۸) و وزن (۸/۲۳ گرم) میوه در رقم ’محلی‘ کاشته‌شده در بستر خاک معمولی بدون تیمار با اسید هیومیک به‌دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که کاربرد برگی اسید هیومیک می‌تواند برای افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ی توت‌فرنگی مفید باشد. در مجموع، با توجه به اهمیت میوه در گیاه توت‌فرنگی، بهترین تیمار؛ ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر کشت مخلوط خاک معمولی همراه با پرلیت برای رقم ’سلوا‘ معرفی می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** اسید هیومیک، بسترهای کشت، توت‌فرنگی، گلدهی، رقم

## مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa* Duch.) از خانواده‌ی گل‌سرخیان (Rosaceae) یک گونه‌ی دورگ از جنس ***Fragaria*** است که به‌طور وسیع در سراسر جهان برای استفاده از میوه‌ی آن کشت می‌شود. این میوه از میوه‌های ریز با ارزش اقتصادی بالا است که حاوی ترکیب‌های شیمیایی مفید از جمله انواع آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها و عناصر معدنی ضروری برای سلامتی و تغذیه انسان می‌باشد (۱۵ و ۱۹).

استفاده از کودهای شیمیایی در افزایش بازدهی گیاهان بسیار موثر است اما مشکلاتی همانند تجمع نیترات، عمر گلدانی و کیفیت پایین و آلودگی محیط را به دنبال داشته است. بنابراین، کودهای آلی به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی و یا مکمل مناسب، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اسید هیومیک با داشتن خصوصیاتی از جمله فراهم‌آوردن عناصر ضروری قابل‌دسترس‌تر به‌ویژه عناصر کم‌مصرف مانند آهن و افزایش مقاومت گیاه به انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌تواند تولید کمی و کیفی را اصلاح کند (۳۹). در حضور اسید هیومیک، فعالیت و تراکم میکروارگانیزم‌های مفید افزایش می‌یابد. ظرفیت کلات‌کنندگی این اسید و اثر آن روی غشای پلاسمایی می‌تواند جذب عناصر به درون سلول را افزایش دهد (۳۷). یکی از مهم‌ترین عملکردهای اسید هیومیک، نگهداری آب در خاک و کاهش نوسانات دمایی است (۶). اسید هیومیک یک ناقل و فعال‌کننده‌ی کود برگی ممتاز است که باعث افزایش ساخت هیدرات‌های کربن می‌شود (۶ و ۳۷). از نقش‌های دیگر این اسید آلی

۱- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت
۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باغبانی، گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت
(*- نویسنده مسئول: Email: kaviani@iaurasht.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61935.0

می‌توان به تغییر در سوخت و ساز اولیه و ثانویه گیاه و کاهش pH خاک‌های قلیایی، اشاره کرد (۷، ۱۸، ۲۳ و ۲۶). اسید هیومیک منبع غنی پتاسیم، فسفر و ازت است (۲۵). این اسید آلی دو نقش کلی؛ نقش مستقیم به‌عنوان یک هورمون در گیاه و نقش غیرمستقیم مانند اثر روی میکروارگانیزم‌ها، اثر روی دینامیک جذب عناصر خاک، اثر روی شرایط فیزیکی بسترهای کشت از طریق اثر مثبت روی جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست دارد (۲۳). رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هومیک تحریک می‌شود (۲۹)، ولی اثر آن روی ریشه برجسته‌تر است. حجم ریشه را افزایش می‌دهد و باعث اثربخشی سیستم ریشه می‌شود که احتمالاً دلیل افزایش محصول می‌باشد. اسید هیومیک به‌دلیل عدم آسیب به محیط زیست و اصلاح کیفیت و حاصلخیزی برخی خاک‌ها، در کشاورزی ارگانیک به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۹، ۲۰). روش کاربرد اسید هیومیک نقش مؤثری در ارتقای ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان دارد. برخی پژوهش‌ها اثر مثبت اسید هیومیک روی رشد و بازدهی محصول در توت‌فرنگی را نشان داده‌اند (۱، ۱۰، ۱۴، ۲۸، ۳۰، ۳۱ و ۳۶). اثر تحریکی اسید هیومیک روی جذب عناصر، رشد و نمو و عملکرد در برخی گیاهان باغی دیگر از جمله زیتون (۱۳) آشکار شده است.

افزودن بسترهایی مانند پرلیت، کمپوست‌ها و کودهایی مانند ضایعات کشاورزی (از جمله شلتوک برنج و بقایای چای) به بسترهای کشت خاکی، نقش مؤثری در ارتقای کمیت و کیفیت گیاهان دارند (۲۸). برخی از این بسترها مانند کمپوست‌ها به‌دلیل سبک و ارزان‌بودن و تجزیه‌ی آسان‌تر توسط موجودات میکروبی، سال‌هاست که در صنعت باغبانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیب‌ها، ساختار مناسب با زهکشی و هوادهی خوب دارند. بنابراین، جستجو برای یافتن ترکیب‌های بومی ارزان‌تر به‌عنوان ترکیب‌های جایگزین برای بسترهای کشت گران‌قیمت و با کیفیت پایین، حائز اهمیت است. اثر مثبت این ضایعات کشاورزی روی افزایش رشد و بازدهی توت‌فرنگی گزارش شده است (۱، ۳، ۱۷ و ۳۳). یکی از مهم‌ترین مزیت‌های کاربرد ضایعات کشاورزی به‌صورت کمپوست‌شده، تقویت و اصلاح خاک است. کود مناسب برای رشد و نمو بهینه‌ی توت‌فرنگی کودی است که حاوی ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، آهن، بر، مس، گوگرد، مولیبدن، منگنز، اسیدهای آمینه و اسیدهای هیومیک باشد. بنابراین، انتخاب شرایط مناسب تغذیه‌ای مانند کودها و بسترهای مناسب کشت برای دستیابی به افزایش عملکرد کمی و کیفی در توت‌فرنگی امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، بررسی کاربرد برگی غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و بسترهای کشت مختلف روی خواص مورفولوژیک، گلدهی و میوه‌ی توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa*) ارقام ‘محلی‘ و ‘سلوا‘ بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش روی بوته‌های یک‌اندازه و یک‌شکل دو رقم توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa*) (‘سلوا‘ و ‘محلی‘) به روش گلدانی در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت انجام گردید. میوه‌ی رقم ‘محلی‘؛ شیرین‌تر و کوچک‌تر از رقم ‘سلوا‘ است، اما بافت میوه در رقم ‘سلوا‘؛ سفت‌تر از رقم ‘محلی‘ است. بوته‌ها از نظر سن، رقم و با ظاهری یکسان انتخاب و در گلدان‌ها کاشته شدند. نشاهای سه برگی با سن تقریبی ۵ ماه برای این منظور انتخاب شدند. قطر تقریبی بوته‌ها؛ ۱۰ میلی‌متر و حاوی ۳ تا ۵ برگ کامل بود. بوته‌ها (نشاها) در اواخر آبان ماه از گلخانه‌ای واقع در شهرستان رشت (۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۷ متر ارتفاع از سطح دریا) خریداری شدند و در گلدان‌های (با قطر ۱۹) حاوی خاک مخصوص توت‌فرنگی (خریداری‌شده از همان گلخانه) کشت گردیدند. گلدان‌ها در فضای آزاد و با شرایط مزارع توت‌فرنگی نگهداری گردیدند و برای جلوگیری از سرما، یخبندان و هنگام بارش برف با پلاستیک پوشانده شدند. در ایام سرد، به‌دلیل عدم دفع زیاد آب از گیاه به‌صورت تعرق و از خاک به‌صورت تبخیر، آبیاری (با آب لوله‌کشی شهری) هر ۴ روز یک‌بار انجام شد. بعد از سپری شدن سرما، تعداد دفعات آبیاری افزایش یافت و با گرم‌شدن هوا روکش‌های پلاستیکی برداشته شدند. به‌دلیل کم‌عمق‌بودن ریشه‌ها، بسترهای کشت همواره مرطوب نگهداشته شدند.

غلظت‌های مختلف اسید هیومیک (صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) با نشان هیومیک پلاس (لئوناردیت فرآوری‌شده‌ی اسپانیا، خریداری‌شده از شرکت صنایع شیمیایی سبزگل) به‌صورت محلول‌پاشی برگی در دو زمان (اواخر فروردین در مرحله‌ی سه‌برگی و اواخر اردیبهشت در مرحله‌ی پنج‌برگی) روی گیاهچه‌های توت‌فرنگی رقم ‘محلی‘ و رقم ‘سلوا‘ کاشته‌شده در بسترهای مختلف (خاک معمولی و مخلوط خاک معمولی همراه با سبوس برنج، پرلیت و ضایعات چای) به‌کار گرفته شدند (جدول ۱). از آنجایی که این رقم در اوایل بهار از خواب بیدار می‌شود، بنابراین، در اواخر فروردین که رشد خود را آغاز کرده است و در اواخر اردیبهشت که در حال رشد و نمو فعال است، تیمار اسید هیومیک به‌کار برده شد. اسید هیومیک منبع غنی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم است. این اسید آلی دارای تعداد زیادی حلقه‌ی معطر است که با زنجیرهای آلیفاتیک به‌هم متصل شده‌اند. مواد تشکیل‌دهنده هیومیک پلاس عبارت است از: اسید هیومیک (۶۰ درصد)، اسید فولویک (۱۰ درصد)، پتاس کل (۱۰ درصد)، اسید آمینه آزاد (۱ درصد)، عصاره جلبک دریایی (۲ درصد) و آهن محلول (۰/۲ درصد). این محصول فاقد کلر و عناصر سنگین

است.

ترکیب بسترهای کشت عبارت بودند از: ترکیب بستر اول (مخلوط خاک معمولی + کود حیوانی (گاوی) + ماسه به نسبت مساوی)، ترکیب بستر دوم (۵۰ درصد ترکیب بستر اول + ۵۰ درصد سبوس برنج)، ترکیب بستر سوم (۵۰ درصد ترکیب بستر اول + ۵۰ درصد پرلیت) و ترکیب بستر چهارم (۵۰ درصد ترکیب بستر اول + ۵۰ درصد ضایعات چای). از مخلوط خاک، کود گاوی و ماسه بادی به‌عنوان خاک معمولی استفاده گردید. بنابراین فاکتورهای آزمایش؛ غلظت‌های مختلف اسید هیومیک، بسترهای مختلف کشت و دو رقم بودند. فواصل بین گلدان‌ها، ۲۰ سانتی‌متر در ۲۰ سانتی‌متر بود. برای کنترل و مبارزه با علف‌های هرز درون گلدان‌ها، آنها با روش وجین دستی از گلدان‌ها خارج شدند. این عمل هر یک روز در میان انجام گرفت.

سبوس برنج غنی از فسفر، پتاسیم، منیزیوم، آهن، سدیم، مس، روی، کلر، آلومینیوم، سیلیسیوم، منگنز و سلنیوم است. این بستر همچنین حاوی کربوهیدرات، چربی، پروتیین، فیبر خام و اسید پانتوتنیک می‌باشد. پرلیت غنی از سیلیسیوم، آلومینیوم، سدیم، پتاسیم، منیزیوم، کلسیم و آهن است. ضایعات چای نیز غنی از ازت، فسفر و پتاسیم و کربن و ازت آلی می‌باشد.

صفات تعداد ریشه، طول ریشه، طول برگ، تعداد شاخه، طول شاخه، تعداد برگ، تعداد گره، ضخامت شاخه‌ی رونده یا استولون، زمان گل‌آغازی (زمان ظهور گل)، قطر گل، تعداد گل، تعداد میوه، وزن میوه و ارتفاع گیاهچه یا بوته اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری همه‌ی صفات در مرحله‌ی زایشی و بعد از میوه‌دهی (در اوایل خرداد ماه) انجام شد. صفات طولی اندام با خط‌کش و ضخامت اندام با کولیس اندازه‌گیری شدند. تعداد اندام با چشم غیرمسلح شمارش شد.

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه‌ی بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از؛ غلظت‌های مختلف اسید هیومیک، انواع بسترهای کشت و ارقام مختلف توت‌فرنگی. هر واحد آزمایشی شامل یک گلدان و هر گلدان محتوی یک گیاه توت‌فرنگی بود. در مجموع، ۱۲۸ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه‌ی داده‌ها به‌کمک نرم‌افزار SAS (شماره‌ی ۹/۴) و مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

**جدول ۱- میزان ازت، فسفر، پتاسیم، اسیدیته و هدایت الکتریکی بسترهای مورد استفاده در این پژوهش**

**Table 1- The content of nitrogen, phosphorus, potassium, acidity and electrical conductivity of used cultivation bed in this research**

| بستر کشت<br>Cultivation bed | هدایت الکتریکی خاک<br>Soil EC<br>(dS $m^{-1}$) | اسیدیته خاک<br>Soil pH | پتاسیم خاک<br>Soil potassium<br>(mg/100 g soil) | فسفر خاک<br>Soil phosphorus<br>(mg/100 g soil) | ازت خاک<br>Soil nitrogen (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| پرلیت<br>Perlite | 2.59 | 4.21 | 185.00 | 22.76 | 3.30 |
| سبوس برنج<br>Rice bran | 2.83 | 4.69 | 198.00 | 23.37 | 3.25 |
| خاک معمولی<br>Usual soil | 2.90 | 5.41 | 192.00 | 21.90 | 3.32 |
| ضایعات چای<br>Tea wastes | 3.63 | 4.88 | 209.00 | 26.72 | 3.37 |

## نتایج

### اثر تیمارهای مختلف روی صفات مورفولوژیک

کاربرد اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری ارتفاع گیاهچه یا بوته، طول شاخه‌ی رونده یا استولون، ضخامت شاخه‌ی رونده یا استولون، تعداد شاخه‌ی رونده یا استولون، طول برگ، تعداد برگ و طول ریشه توت‌فرنگی را تحت تاثیر قرار داد. این اسید آلی اثر معنی‌داری روی تغییر تعداد ریشه نداشت (جدول ۲). جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع گیاه، طول شاخه، تعداد شاخه و تعداد ریشه تحت تاثیر بسترهای کشت قرار گرفتند. اثر نوع رقم روی هیچ‌یک از صفات مورفولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج ارائه‌شده در جدول ۲ نشان داد که اثر متقابل اسید هیومیک و بسترهای کشت روی ارتفاع گیاه، طول شاخه، تعداد شاخه، طول ریشه و تعداد ریشه در سطح یک درصد و روی طول برگ و تعداد برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص گردید که اثر متقابل اسید هیومیک و رقم فقط روی طول شاخه معنی‌دار بود. تمام صفات مورفولوژیک به غیر از ضخامت شاخه تحت تاثیر اثر متقابل بستر کشت و رقم قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر متقابل اسید هیومیک و بسترهای کشت و ارقام روی طول شاخه، طول برگ، طول ریشه، تعداد شاخه، تعداد برگ و تعداد ریشه در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود.

غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک؛ بالاترین ارتفاع

(۲۳/۹۱ سانتی‌متر)، طول شاخه (۱۷/۹۵ سانتی‌متر)، تعداد شاخه (۱۲/۶۸)، طول برگ (۱۳/۷۵ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۱۳/۴۱) و طول ریشه (۱۷/۵۰ سانتی‌متر) را نسبت به شاهد و گیاهان تیمارشده با سایر غلظت‌های اسید هیومیک القا کرد (جدول ۳). بالاترین ارتفاع گیاه و بیشترین تعداد شاخه در خاک معمولی، بالاترین طول شاخه در پرلیت و بیشترین تعداد ریشه در سبوس به دست آمد (جدول ۴). صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک و بستر کشت روی صفات اندازه‌گیری‌شده (جدول ۶) نشان داد که بالاترین ارتفاع گیاه (۲۸/۰۷ سانتی‌متر) و بیشترین تعداد شاخه (۱۳/۷۰) در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر خاک و ضایعات چای و بالاترین طول برگ (۱۶/۷۶ سانتی‌متر) و طول ریشه (۲۱/۵۹ سانتی‌متر) در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر خاک معمولی به دست آمد. همچنین، بالاترین طول شاخه (۱۹/۲۰ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۱۵/۰۶) و تعداد ریشه (۱۵/۶۳)، به ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر مخلوط خاک و پرلیت، مخلوط خاک و سبوس و مخلوط خاک و پرلیت به دست آمد. جدول ۷ نشان داد که بالاترین طول شاخه (۱۸/۱۹ سانتی‌متر) از اثر متقابل اسید هیومیک و رقم در رقم 'سلوا' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک حاصل گردید. بالاترین ارتفاع گیاه و طول برگ و بیشترین تعداد شاخه و تعداد برگ در رقم 'محلی' کاشته‌شده در بستر خاک معمولی و بالاترین طول شاخه و طول ریشه و بیشترین تعداد ریشه در رقم 'سلوا' کاشته‌شده در بستر پرلیت به دست آمد (جدول ۸).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک، بسترهای کشت و ارقام توت‌فرنگی روی تغییر طول شاخه آشکار کرد که بالاترین طول شاخه (۲۲/۴۳ سانتی‌متر) در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر کشت مخلوط خاک معمولی و پرلیت در رقم 'محلی' اندازه‌گیری شد. رقم 'سلوا' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و سبوس برنج با طول شاخه ۲۰/۲۱ سانتی‌متر رشد مناسبی را نشان داد. کمترین طول شاخه (۱۱/۴۹ سانتی‌متر) در رقم 'محلی' تیمارشده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای مشاهده گردید (جدول ۹). جدول ۹ نشان داد که بیشترین تعداد شاخه (۱۴/۸۲) در رقم 'سلوا' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر کشت مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای به دست آمد. رقم 'سلوا' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و پرلیت با تولید ۱۳/۸۰ شاخه تیمار مناسبی بود. کمترین تعداد شاخه (۳/۸۳) در رقم 'سلوا' کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای بدون تیمار اسید هیومیک مشاهده گردید. نتایج ارائه‌شده در جدول ۹ به خوبی آشکار کرد که هر دوی ارقام 'محلی' و 'سلوا' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در تمام بسترهای کشت دارای تعداد شاخه زیادی (بیشتر از ۱۲) بودند. از طرف دیگر، در هر دوی ارقام 'محلی' و 'سلوا' کاشته‌شده در بسترهای کشت مختلف بدون تیمار با اسید هیومیک کمترین تعداد شاخه (بین ۳ و ۶) مشاهده گردید.

با نگاهی به جدول ۹ می‌توان دریافت که بالاترین طول برگ (۱۶/۸۶ سانتی‌متر) در گیاهان شاهد مشاهده گردید. رقم 'سلوا' کاشته‌شده در بستر خاک معمولی بدون تیمار با اسید هیومیک، همچنین رقم 'محلی' تیمارشده با ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای با تولید برگ به طول حدود ۱۶ سانتی‌متر مناسب بودند. محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی رقم 'محلی' توت‌فرنگی کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و سبوس برنج باعث تولید بیشترین برگ (۱۶/۰۳) شد. این تعداد برگ بیش از سه برابر برگ تولیدی در گیاهان شاهد بود. تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک روی رقم 'سلوا' کاشته‌شده در بستر خاک معمولی با تولید ۱۵/۱۰ برگ و تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک روی رقم 'محلی' کاشته‌شده در بستر خاک معمولی با تولید ۱۵/۰۶ برگ تیمارهای مناسبی بودند (جدول ۹).

جدول مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک، بسترهای کشت و ارقام توت‌فرنگی (جدول ۹) نشان داد که بالاترین طول ریشه (۲۵/۳۸ سانتی‌متر) در رقم 'سلوا' کاشته‌شده در بستر خاک بدون تیمار با اسید هیومیک به دست آمد. رقم 'محلی' کاشته‌شده در بسترهای مخلوط خاک معمولی و پرلیت، همچنین مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای تیمارشده با ۶۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک به ترتیب با القای رشد ریشه به طول ۲۴/۱۰ و ۲۲/۵۰ سانتی‌متر، تیمارهای مناسبی بودند. هر دو رقم توت‌فرنگی تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بسترهای سبوس برنج و پرلیت همراه با خاک معمولی قادر به القای رشد ریشه به بیش از ۲۰ سانتی‌متر شدند. کمترین طول ریشه (۷/۵۸ سانتی‌متر) در رقم 'محلی' تیمارشده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر خاک معمولی القا گردید. با افزایش غلظت اسید هیومیک، تعداد ریشه افزایش نیافت. بیشترین تعداد ریشه (۱۹/۵۶) در رقم 'محلی' تیمارشده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک و کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و پرلیت به دست آمد. بعد از این تیمار، تعداد ریشه بیشتر (۱۷/۲۱) در رقم 'محلی' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک و کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و سبوس برنج به دست آمد. در گیاهان شاهد، تولید ریشه در رقم 'سلوا' بیشتر از رقم 'محلی' بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و نوع بستر کشت بر برخی صفات کمی و در ارقام توت‌فرنگی

Table 2- ANOVA for the effect of different concentrations of humic acid and type of cultivation beds on some quantitative and qualitative traits in strawberry cultivars

| منابع تغییرات S.O | درجه آزادی Df | تعداد میوه Number of fruits | وزن میوه Fruit weight | تعداد گل Number of flowers | قطر گل Flower diameter | زمان گل آغازی Flowering time | تعداد ریشه Number of roots | طول ریشه Root length | تعداد برگ Number of leaves | طول برگ Leaf length | تعداد شاخه Number of shoots | ضخامت شاخه Shoot diameter | طول شاخه Shoot length | ارتفاع گیاه Plant height |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اسید هیومیک Humic acid | 3 | 29.97** | 192.1** | 32.93** | 18.84** | 0.64ns | 0.487ns | 70.32** | 316** | 96.10** | 285** | 15.54** | 59.70** | 661** |
| بستر Bed | 3 | 16.96** | 112.3** | 2.30** | 4.74** | 3.11ns | 51.74** | 26.75ns | 7.14ns | 14.37ns | 6.23** | 1.13ns | 19.10** | 45.99** |
| رقم Cultivar | 1 | 1.17ns | 6.70ns | 0.69* | 1.30ns | 2.00ns | 2.870ns | 0.302ns | 9.10ns | 9.98ns | 1.28ns | 0.555ns | 1.17ns | 0.018ns |
| اسیدهیومیک × بستر Humic acid× Bed | 9 | 23.80** | 125.6** | 2.78** | 5.12** | 3.77ns | 43.05** | 61.79** | 11.61* | 44.25* | 6.99** | 0.970ns | 11.83** | 77.86** |
| اسیدهیومیک × رقم Humic acid× Cultivar | 3 | 1.05ns | 9.82ns | 0.237ns | 1.77ns | 4.07ns | 16.12ns | 16.40ns | 2.04ns | 21.47ns | 1.78ns | 1.61ns | 9.69** | 5.53ns |
| بستر × رقم Bed × Cultivar | 3 | 4.07ns | 21.7ns | 0.080ns | 20.05** | 4.60ns | 85.63** | 116** | 28.82** | 57.31* | 6.72** | 2.26ns | 20.87** | 30.50* |
| اسیدهیومیک × بستر× رقم Humic acid× Bed × Cultivar | 9 | 9.33* | 57.96* | 0.235ns | 8.74** | 4.12ns | 33.01** | 60.48** | 12.55** | 29.60ns | 3.732** | 0.972ns | 18.39** | 31.20** |
| خطا Error | 64 | 2.253 | 14.349 | 0.113 | 0.363 | 2.358 | 5.563 | 15.243 | 4.619 | 7.708 | 1.504 | 0.92 | 2.139 | 10.104 |
| ضریب تغییرات C.V (%) | | 22.38 | 24.58 | 5.14 | 14.35 | 24.91 | 21.34 | 24.64 | 21.20 | 26.30 | 13.88 | 24.85 | 9.24 | 18.05 |

** و *: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد؛ ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

** and *: significant at 1% and 5% of probability levels, respectively; ns: Nonsignificant.

جدول ۳- اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر برخی صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی

Table 3- The effect of different concentrations of humic acid on some quantitative and qualitative traits in strawberry

| اسید هیومیک Humic acid (mg/l) | تعداد میوه Number of fruits | وزن میوه Fruit weight (g) | تعداد گل Number of flowers | قطر گل Flower diameter (mm) | زمان گل‌آغازی Flowering time (day) | تعداد ریشه Number of roots | طول ریشه Root length (cm) | تعداد برگ Number of leaves | طول برگ Leaf length (cm) | تعداد شاخه Number of shoots | ضخامت شاخه Shoot diameter (mm) | طول شاخه Shoot length (cm) | ارتفاع گیاه Plant height (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5.67b | 12.94b | 5.45c | 3.03c | 5.92a | 11.14a | 14.58b | 5.77c | 9.44b | 4.68d | 4.15a | 14.68c | 11.42d |
| 300 | 6.65b | 15.31b | 6.18b | 4.03b | 6.25a | 11.17a | 15.74ab | 8.55b | 9.32b | 7.65c | 4.10a | 14.58c | 16.04c |
| 600 | 5.94b | 13.68b | 6.33b | 4.70a | 6.16a | 10.85a | 15.56ab | 12.83a | 9.72b | 10.32b | 3.08c | 16.11b | 19.07b |
| 1000 | 8.57a | 19.72a | 8.20a | 5.04a | 6.33a | 11.04a | 17.50a | 13.41a | 13.75a | 12.68a | 3.77b | 17.95a | 23.91a |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD را نشان می‌دهد.

Means followed by the same letter within each column show non- significant differences based on LSD testat 5% of probability level.

جدول ٤- اثر بسترهای مختلف کشت بر برخی صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی

Table 4- The effect of different cultivation beds on some quantitative and qualitative traits in strawberry

| بستر کشت Cultivation bed | تعداد میوه Number of fruits | وزن میوه Fruit weight (g) | تعداد گل Number of flowers | قطر گل Flower diameter (mm) | زمان گل‌آغازی Flowering time (day) | تعداد ریشه Number of roots | طول ریشه Root length (cm) | تعداد برگ Number of leaves | طول برگ Leaf length (cm) | تعداد شاخه Number of shoots | ضخامت شاخه Shoot diameter (mm) | طول شاخه Shoot length (cm) | ارتفاع گیاه Plant height (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پرلیت Perlite | 7.96a | 18.30a | 6.472b | 4.66a | 6.20a | 11.70ab | 16.16a | 10.14ab | 13.75a | 8.76b | 3.48a | 17.11a | 16.48b |
| سبوس Bran | 6.13b | 13.99b | 6.150c | 4.36a | 5.63a | 12.78a | 14.43a | 10.62a | 10.94b | 8.66b | 3.18a | 15.54b | 16.94b |
| خاک معمولی Ordinary soil | 5.81b | 13.37b | 6.686a | 3.61b | 6.33a | 9.52c | 15.83a | 10.42ab | 9.32b | 9.55a | 3.69a | 15.62b | 19.61a |
| ضایعات چای Tea wastes | 6.94ab | 15.97ab | 6.873a | 4.16a | 6.50a | 10.20bc | 16.96a | 9.37b | 9.72b | 8.35b | 3.55a | 15.05b | 17.42b |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD را نشان می‌دهد.

Means followed by the same letter within each column show non-significant differences based on LSD test at 5% of probability level.

جدول ۵- اثر رقم بر برخی صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی

**Table 5- The effect of cultivar on some quantitative and qualitative traits in strawberry**

| رقم Cultivar | تعداد میوه Number of fruits | وزن میوه Fruit weight (g) | تعداد گل Number of flowers | قطر گل Flower diameter (mm) | زمان گل‌آغازی Flowering time (day) | تعداد ریشه Number of roots | طول ریشه Root length (cm) | تعداد برگ Number of leaves | طول برگ Leaf length (cm) | تعداد شاخه Number of shoots | ضخامت شاخه Shoot diameter (mm) | طول شاخه Shoot length (cm) | ارتفاع گیاه Plant height (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 'محلی' Local | 6.82a | 15.69a | 6.63a | 4.31a | 6.31a | 10.88 | 15.90 a | 9.83a | 11.25a | 6.63a | 3.55a | 8.95a | 17.60a |
| 'سلوا' Selva | 6.60a | 15.13a | 6.46b | 4.08a | 6.02a | 11.22a | 15.79a | 15.72a | 10.61a | 6.46b | 3.40a | 8.72a | 17.63a |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD را نشان می‌دهد.

Means followed by the same letter within each column show non-significant differences based on LSD test at 5% of probability level.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و بسترهای کشت بر صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری‌شده در توت‌فرنگی

Table 6- Comparison of the mean effect of humic acid and cultivation beds on quantitative and qualitative traits measured in strawberry

| تعداد گل Number of flower | قطر گل (میلی‌متر) Flower diameter (mm) | زمان گل‌اغازی (روز) Flowering time (day) | تعداد ریشه Number of root | طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm) | تعداد برگ Number of leaf | طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm) | تعداد شاخه Number of shoot | ضخامت شاخه (میلی‌متر) Shoot diameter (mm) | طول شاخه (سانتی‌متر) Shoot length (cm) | ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Height (cm) | اسید هیومیک (A) × بستر کشت (B) Humic acid (A) × Cultivation bed (B) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.95cde | 13.70cde | 7.33c | 4.21bcdef | 6.93f | 16.22abcd | 13.76abc | 13.39abc | 12.55ab | 17.29abc | 27.61a | $A_0 \times B_1$ |
| 5.37cde | 11.89de | 4.59i | 3.60defg | 12.87abc | 14.25cd | 7.93fg | 13.41abc | 5.14fg | 13.69fg | 12.11fgh | $A_0 \times B_2$ |
| 6.13cde | 14.11cde | 5.00hi | 3.20efg | 10.31cdef | 16.56abcd | 5.21gh | 13.57abc | 4.64g | 14.65def | 11.09gh | $A_0 \times B_3$ |
| 6.68cde | 15.38cde | 5.33h | 2.97fg | 9.25cdef | 17.58abc | 4.44h | 11.26bcd | 3.99g | 14.43def | 10.09h | $A_0 \times B_4$ |
| 5.35cde | 12.32cde | 6.00g | 4.24bcdef | 12.13abcd | 14.65bcd | 12.75abc | 7.58d | 10.68c | 14.34efg | 16.95cde | $A_3 \times B_1$ |
| 5.84cde | 13.45cde | 6.00g | 3.50defg | 13.20abc | 12.55 cd | 15.06a | 7.32d | 10.90c | 14.78cdef | 22.96b | $A_3 \times B_2$ |
| 7.09cde | 16.32cde | 6.33fg | 6.84a | 8.30def | 14.46cd | 12.38abcd | 9.34cd | 10.75c | 18.36ab | 20.39bc | $A_3 \times B_3$ |
| 5.49cde | 12.63cde | 7.00cd | 4.21bcdef | 9.78cdef | 20.56ab | 11.11cde | 14.66ab | 8.98d | 16.94abcd | 15.99def | $A_3 \times B_4$ |
| 7.43cd | 17.10cd | 6.51ef | 3.62defg | 7.30ef | 10.84d | 9.66def | 10.03bcd | 10.03cd | 14.90cdef | 21.48b | $A_6 \times B_1$ |
| 8.02bc | 18.44bc | 6.00g | 4.94bcd | 10.40bcdef | 16.78abcd | 7.68fg | 10.14bcd | 7.16e | 15.34cdef | 12.60fgh | $A_6 \times B_2$ |
| 6.09cde | 14.02cde | 5.98g | 3.92cdefg | 15.63a | 18.00abc | 8.43ef | 8.37cd | 6.65ef | 16.25bcde | 14.56efg | $A_6 \times B_3$ |
| 5.07de | 11.67de | 6.24fg | 3.64defg | 11.34bcde | 17.36abc | 8.43ef | 8.72cd | 6.75e | 11.86g | 15.53ef | $A_6 \times B_4$ |
| 4.51e | 10.39e | 6.89de | 2.35g | 11.74abcd | 21.59a | 5.50gh | 16.76a | 4.95g | 15.95bcdef | 12.38fgh | $A_{10} \times B_1$ |
| 5.30cde | 12.19cde | 8.00b | 5.42abc | 14.65ab | 14.14cd | 11.81bcd | 13.01abc | 11.45bc | 18.37ab | 20.09bcd | $A_{10} \times B_2$ |
| 12.50a | 28.76a | 8.57a | 4.69bcde | 12.55abcd | 15.63abcd | 14.56ab | 8.99cd | 13.03a | 19.20a | 19.88bcd | $A_{10} \times B_3$ |
| 10.53ab | 24.22ab | 8.91a | 5.85ab | 10.43bcdef | 12.34 cd | 13.51abc | 8.36cd | 13.70a | 16.96abcd | 28.07a | $A_{10} \times B_4$ |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد. $A_0$، $A_3$، $A_6$ و $A_{10}$: به ترتیب غلظت‌های صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک؛ $B_1$: خاک معمولی، $B_2$: مخلوط خاک معمولی همراه با سبوس برنج، $B_3$: مخلوط خاک معمولی همراه با پرلیت و $B_4$: مخلوط خاک معمولی همراه با ضایعات چای

**Means followed by the same letter within each column shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD test. $A_0$, $A_3$, $A_6$ and $A_{10}$: Concentrations of 0, 300, 600 and 1000 mg/l of humic acid, respectively; $B_1$: Ordinary soil, $B_2$: Ordinary soil mixture with rice bran, $B_3$: Ordinary soil mixture with perlite and $B_4$: Ordinary soil mixture with tea waste**

جدول ۷- اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر طول شاخه در ارقام توت‌فرنگی

Table 7- Comparison of the mean effect of different concentrations of humic acid on shoot length in strawberry cultivars

| اسید هیومیک (A) × ارقام (C)<br>Humic acid (A)× cultivars (C) | طول شاخه<br>Shoot length (cm) |
|---|---|
| $A_0 \times C_1$ | 14.65b |
| $A_0 \times C_2$ | 14.71b |
| $A_3 \times C_1$ | 17.15a |
| $A_3 \times C_2$ | 15.06b |
| $A_6 \times C_1$ | 14.26b |
| $A_6 \times C_2$ | 14.91b |
| $A_{10} \times C_1$ | 17.71a |
| $A_{10} \times C_2$ | 18.19a |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD را نشان می‌دهد.

$A_0$ ، $A_3$، $A_6$ و $A_{10}$: به ترتیب غلظت‌های صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک؛ $C_1$: رقم 'محلی' و $C_2$: رقم 'سلوا'

Means followed by the same letter within each column show non-significant differences based on LSD test at 5% of probability level.

$A_0$, $A_3$, $A_6$ and $A_{10}$: Concentrations of 0, 300, 600 and 1000 mg/l of humic acid, respectively; $C_1$: Local cultivar and $C_2$: Selva cultivar

### اثر تیمارهای مختلف روی گلدهی و میوه‌دهی

اثر هر دوی اسید هیومیک و بسترهای مختلف کشت به صورت فاکتورهای جدا از هم روی قطر گل، تعداد گل، وزن میوه و تعداد میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). این فاکتورها اثر معنی‌داری روی زمان آغاز گلدهی نداشتند. اثر نوع رقم روی هیچ‌یک از صفات زایشی به غیر از تعداد گل معنی‌دار نبود. نتایج ارائه‌شده در جدول ۲ نشان داد که اثر متقابل اسید هیومیک و بسترهای کشت روی قطر گل، تعداد گل، وزن میوه و تعداد میوه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل این دو فاکتور روی زمان آغاز گلدهی معنی‌دار نبود. اثر متقابل اسید هیومیک و رقم روی هیچ‌یک از صفات زایشی معنی‌دار نبود. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از آن است که اثر متقابل بسترهای کشت و ارقام فقط روی قطر گل در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. با نگاهی به جدول ۲ آشکار خواهد شد که برهمکنش سه فاکتور؛ اسید هیومیک، بسترهای کشت و ارقام روی قطر گل در سطح احتمال یک درصد و روی وزن میوه و تعداد میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل این سه فاکتور روی تعداد گل و زمان آغاز گلدهی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر ساده غلظت‌های مختلف اسید هیومیک روی ویژگی‌های زایشی نشان داد که بیشترین قطر گل (۵/۰۴ میلی‌متر)، تعداد گل (۸/۲۰)، وزن میوه (۱۹/۷۲ گرم) و تعداد میوه (۸/۵۷) در گیاهان تیمارشده با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. در هر چهار صفت ذکرشده، کمترین ارزش در گیاهان شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). بالاترین قطر گل (۴/۶۶ میلی‌متر)، بیشترین وزن میوه (۱۸/۳۰ گرم) و بیشترین تعداد میوه (۷/۹۶) در بستر پرلیت و بیشترین تعداد گل (۶/۸۷) در بستر ضایعات چای به دست آمد (جدول ۴). صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک و بسترهای کشت روی صفات زایشی اندازه‌گیری‌شده (جدول ۶) نشان داد که بیشترین قطر گل (۶/۸۴ میلی‌متر) در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک و بستر کشت مخلوط خاک و پرلیت به‌دست آمد. تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر مخلوط خاک و ضایعات چای با تحریک قطر گل به میزان ۵/۸۵ میلی‌متر تیمار مناسبی بود. بیشترین تعداد گل (۸/۹۱، ۸/۵۷ و ۸) به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر مخلوط خاک و ضایعات چای، مخلوط خاک و پرلیت و مخلوط خاک و سبوس برنج به دست آمد. بالاترین وزن میوه (۲۸/۷۶ و ۲۴/۲۲ گرم) و تعداد میوه (۱۲/۵۰ و ۱۰/۵۳)، به ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر مخلوط خاک و ضایعات چای و مخلوط خاک و پرلیت به دست آمد (در هر دو صفت). این وزن و تعداد میوه حدود ۲ برابر وزن و تعداد میوه در گیاهان شاهد بود. بیشترین قطر گل در رقم 'محلی' کاشته‌شده در بستر خاک معمولی و ضایعات چای به دست آمد (جدول ۸).

جدول ۸- اثر بسترهای کشت مختلف بر برخی صفات کمی و کیفی ارقام توت‌فرنگی

**Table 8- The effect of different cultivation beds on some quantitative and qualitative traits in strawberry cultivars**

| بستر کشت × رقم<br>Cultivation bed × Cultivar | قطر گل<br>Flower diameter (mm) | تعداد ریشه<br>Number of roots | طول ریشه<br>Root length (cm) | تعداد برگ<br>Number of leaves | طول برگ<br>Leaf length (cm) | تعداد شاخه<br>Number of shoots | طول شاخه<br>Shoot length (cm) | ارتفاع گیاه<br>Plant height (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پرلیت × 'محلی'<br>Perlite ×Local | 4.53ab | 8.80cd | 13.39bc | 9.04g | 10.61ab | 8.87b | 15.86b | 15.95e |
| پرلیت × 'سلوا'<br>Perlite × Selva | 4.79a | 14.59a | 18.94a | 11.25c | 9.52ab | 8.66b | 18.36a | 17.01c |
| سبوس × 'محلی'<br>Bran × Local | 3.29bc | 14.06ab | 14.11bc | 9.85e | 12.18ab | 8.04cd | 1638ab | 17.28bc |
| سبوس × 'سلوا'<br>Bran ×Selva | 5.44a | 11.51cd | 14.75abc | 11.39b | 9.76ab | 9.28a | 14.71b | 16.60d |
| خاک معمولی × 'محلی'<br>Common soil × Local | 4.43ab | 10.89cd | 18.73a | 11.73a | 13.39a | 9.93a | 15.93b | 20.98a |
| خاک معمولی × 'سلوا'<br>Common soil × Local | 2.78c | 8.16d | 12.92c | 9.10f | 10.48ab | 9.17a | 15.31b | 18.23b |
| ضایعات چای × 'محلی'<br>Tea waste × Local | 5.01a | 9.76cd | 17.38ab | 8.70h | 8.83b | 8.95b | 15.60b | 16.18de |
| ضایعات چای × 'سلوا'<br>Tea waste × Selva | 3.32bc | 10.63cd | 16.54abc | 10.05d | 12.67ab | 7.75d | 14.50b | 18.66b |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Means followed by the same letter within each column shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD test.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و بسترهای کشت بر صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری‌شده در ارقام توت‌فرنگی

Table 9- Comparison of the mean effect of humic acid and cultivation beds on quantitative and qualitative traits measured in strawberry cultivars

| تعداد میوه Number of fruits | وزن میوه (گرم) Fruit weight (g) | قطر گل (میلی‌متر) Flower diameter (mm) | تعداد ریشه Number of root | طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm) | تعداد برگ Number of leaf | طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm) | تعداد شاخه Number of shoot | طول شاخه (سانتی‌متر) Shoot length (cm) | اسید هیومیک (A) × بستر کشت (B) × رقم (C) Humic acid (A) ×Cultivation bed (B) × Cultivar (C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.58i | 8.23h | 1.61m | 8.30g-m | 17.80a-f | 5.10k-m | 16.86a | 5.66k-n | 17.10cdef | $A_0 \times B_1 \times C_1$ |
| 5.45d-i | 12.54defgh | 3.10i-m | 15.18a-d | 25.38a | 5.90j-m | 16.67ab | 4.23mn | 14.80f-l | $A_0 \times B_1 \times C_2$ |
| 4.3g-i | 8.98h | 3.833d-l | 12.42b-j | 13.25d-h | 10.08d-i | 11.16a-h | 5.15l-n | 12.56l-n | $A_0 \times B_2 \times C_1$ |
| 6.43c-i | 14.79cdefgh | 3.37g-l | 13.31b-g | 15.26c-g | 5.78j-m | 15.66a-d | 5.12l-n | 14.82f-l | $A_0 \times B_2 \times C_2$ |
| 7.42c-h | 17.07cdefg | 3.26h-l | 13.00b-h | 19.16a-f | 5.40k-m | 12.09a-g | 4.80l-n | 14.71f-l | $A_0 \times B_3 \times C_1$ |
| 4.85f-i | 11.16fgh | 3.14i-l | 7.63i-m | 13.97d-h | 5.02lm | 15.06a-d | 4.48mn | 14.60g-m | $A_0 \times B_3 \times C_2$ |
| 8.00cdef | 18.41cdef | 3.03i-m | 6.93k-m | 15.51c-g | 4.64lm | 12.63a-g | 4.15n | 14.48h-m | $A_0 \times B_4 \times C_1$ |
| 5.36e-i | 12.34efgh | 2.91j-m | 11.56c-l | 19.66abcd | 4.25m | 9.88 a-h | 3.83n | 14.37h-m | $A_0 \times B_4 \times C_2$ |
| 4.10hi | 9.43gh | 3.20i-l | 10.05d-m | 12.10d-h | 10.40d-h | 6.33f-h | 9.06g-i | 13.82j-n | $A_3 \times B_1 \times C_1$ |
| 6.61c-i | 15.21cdefgh | 5.28cd | 14.22b-e | 17.21b-f | 15.10ab | 8.83e-h | 12.30bcde | 14.87f-l | $A_3 \times B_1 \times C_2$ |
| 5.25e-i | 12.07efgh | 3.570f-l | 12.68b-i | 15.53c-g | 16.03a | 5.93gh | 11.83bcdef | 15.44f-k | $A_3 \times B_2 \times C_1$ |
| 6.44c-i | 14.82cdefgh | 3.433f-l | 13.73b-f | 9.58gh | 14.10abc | 8.70d-h | 9.96f-h | 14.13h-m | $A_3 \times B_2 \times C_2$ |
| 7.42c-h | 17.06cdefg | 6.05bc | 10.30d-m | 12.93d-h | 14.67ab | 4.51h | 11.03c-g | 16.93d-g | $A_3 \times B_3 \times C_1$ |
| 6.77c-i | 15.59cdefgh | 7.64a | 6.30m | 16.00c-g | 10.10d-i | 14.16a-e | 10.46d-g | 19.80b | $A_3 \times B_3 \times C_2$ |
| 4.97e-i | 11.43efgh | 4.00d-k | 10.10d-m | 22.50abc | 12.40bcde | 16.20abc | 8.06h-j | 14.07i-m | $A_3 \times B_4 \times C_1$ |
| 6.01c-i | 13.84cdefgh | 4.42d-j | 9.46e-m | 18.63a-f | 9.83d-i | 13.13a-f | 9.90f-h | 19.82b | $A_3 \times B_4 \times C_2$ |
| 7.43c-h | 17.09cdefg | 2.33ml | 7.06k-m | 7.58h | 7.56g-m | 7.56f-h | 9.73gh | 14.46h-m | $A_6 \times B_1 \times C_1$ |
| 7.44c-h | 17.11cdefg | 4.91c-f | 7.53i-m | 14.10d-h | 11.76bcdef | 12.50a-g | 10.32e-g | 15.33f-k | $A_6 \times B_1 \times C_2$ |
| 7.53c-h | 17.32cdefg | 7.23ab | 8.83f-m | 13.93d-h | 8.63f-i | 9.12c-h | 7.67i-k | 14.32 h-m | $A_6 \times B_2 \times C_1$ |
| 8.51bcde | 19.57bcde | 2.64k-m | 11.98c-k | 19.63abcd | 6.73i-m | 11.16a-h | 6.66j-l | 16.36d-i | $A_6 \times B_2 \times C_2$ |
| 6.09c-i | 14.00cdefgh | 4.73c-h | 19.56a | 24.10ab | 9.86d-i | 9.62b-h | 6.57j-l | 19.40bc | $A_6 \times B_3 \times C_1$ |
| 6.10c-i | 14.04cdefgh | 3.11i-m | 11.70c-l | 11.89f-h | 7.00h-m | 7.12f-h | 6.73j-l | 13.10k-n | $A_6 \times B_3 \times C_2$ |
| 5.07e-i | 11.66efgh | 2.42ml | 12.58b-i | 15.58c-g | 9.03e-i | 10.93a-h | 6.23j-m | 11.49n | $A_6 \times B_4 \times C_1$ |
| 5.08e-i | 11.68efgh | 4.86c-g | 10.10d-m | 19.14a-f | 7.83g-l | 6.52f-h | 7.27i-k | 12.23mn | $A_6 \times B_4 \times C_2$ |
| 7.96c-g | 18.31cdef | 3.98d-k | 7.23j-m | 15.86e-j | 13.36abcd | 11.19a-h | 12.23bcde | 15.86e-j | $A_{10} \times B_1 \times C_1$ |
| 3.95hi | 9.09gh | 4.45d-i | 6.63lm | 18.72bcd | 14.16abc | 15.59a-d | 12.87abc | 18.72bcd | $A_{10} \times B_1 \times C_2$ |
| 4.96e-i | 11.40efgh | 7.12ab | 12.10b-k | 16.52d-h | 10.83c-g | 12.82a-g | 12.46bcd | 16.52d-h | $A_{10} \times B_2 \times C_1$ |
| 5.64d-i | 12.98defgh | 3.723e-l | 17.21ab | 20.21ab | 12.80abcd | 13.20a-f | 12.02e-g | 20.21ab | $A_{10} \times B_2 \times C_2$ |
| 9.59bc | 22.07bc | 5.12cde | 15.53a-c | 22.43a | 15.06ab | 11.86a-g | 12.26bcde | 22.43a | $A_{10} \times B_3 \times C_1$ |
| 15.41a | 35.45a | 4.25d-j | 9.58e-m | 15.97e-j | 14.06abc | 6.12f-h | 13.80ab | 15.97e-j | $A_{10} \times B_3 \times C_2$ |
| 11.97ab | 27.53ab | 3.85d-l | 12.93b-h | 17.96bcde | 14.13abc | 10.93a-h | 12.58bc | 17.96bcde | $A_{10} \times B_4 \times C_1$ |
| 9.09bcd | 20.91bcd | 7.85a | 7.94h-m | 15.96e-j | 12.90abcd | 5.78gh | 14.82a | 15.96e-j | $A_{10} \times B_4 \times C_2$ |

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد. $A_0$، $A_3$، $A_6$ و $A_{10}$: به ترتیب غلظت‌های صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک؛ $B_1$: مخلوط خاک معمولی، $B_2$: مخلوط خاک معمولی همراه با سبوس برنج، $B_3$: مخلوط خاک معمولی همراه با پرلیت و $B_4$: مخلوط خاک معمولی همراه با ضایعات چای؛ $C_1$: رقم محلی و $C_2$: رقم سلوا

**Means followed by the same letter within each column shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD test. $A_0$, $A_3$, $A_6$ and $A_{10}$: Concentrations of 0, 300, 600 and 1000 mg/l of humic acid, respectively; $B_1$: Ordinary soil, $B_2$: Ordinary soil mixture with rice bran, $B_3$: O**

مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک، بسترهای کشت و ارقام توت‌فرنگی روی ویژگی‌های زایشی نشان داد که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر مخلوط خاک همراه با پرلیت و ضایعات چای مناسب‌ترین تیمار برای افزایش قطر گل، وزن میوه و تعداد میوه بود (جدول ۹). بیشترین قطر گل (۷/۸۵، ۷/۶۴ و ۷/۲۳ میلی‌متر)، به ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر کشت مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای در رقم 'سلوا'، ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و پرلیت در رقم 'سلوا' و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و سبوس برنج در رقم 'محلی' مشاهده گردید (جدول ۹). کمترین قطر گل (۱/۶۱ میلی‌متر) در رقم 'محلی' تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر کشت مخلوط خاک معمولی و سبوس برنج به دست آمد. بیشترین وزن میوه (۳۵/۴۵ گرم) و تعداد میوه (۱۵/۴۱) در گیاهان تیمارشده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر خاک معمولی و پرلیت به دست آمد. کمترین وزن میوه (۸/۲۳ گرم) و تعداد میوه (۳/۵۸) در گیاهان شاهد به دست آمد. تیمار هر دو رقم توت‌فرنگی با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر مخلوط خاک معمولی و ضایعات چای با تولید میوه به وزن ۲۷/۵۳ و ۲۰/۹۱ گرم و تعداد ۱۱/۹۷ و ۹/۰۹ میوه تیمارهای مناسبی بودند (جدول ۹).

## بحث

اسید هیومیک یک اسید آلی به‌دست آمده از هوموس و سایر منابع طبیعی است که خاصیت تنظیم‌کنندگی رشد و نمو گیاهی را دارد. این اسید با اصلاح جذب مواد مغذی باعث افزایش زیست‌توده ریشه و سرشاخه می‌شود (۱۰). در حضور اسید هیومیک، فعالیت و تراکم میکروارگانیزم‌های مفید افزایش می‌یابد. یکی از مهم‌ترین عملکردهای اسید هیومیک نگهداری آب در خاک و کاهش نوسانات دمایی است (۷). اسید هیومیک یک ناقل و فعال‌کننده کود برگی ممتاز است که باعث افزایش سنتز هیدرات‌های کربن می‌شود (۷ و ۳۷). در مطالعه حاضر، اثر مثبت اسید هیومیک روی ارتقای ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام 'محلی' و 'سلوا' توت‌فرنگی مشخص شد. تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های فلزی، کاتالیز اسید هیومیک توسط آنزیم‌ها، تاثیر روی فتوسنتز و تنفس، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک، و فعالیت هورمونی اسید هیومیک از علل اثر مثبت اسید هیومیک روی افزایش رشد و بازدهی گیاهان هستند (۳۴ و ۲۵). تاثیر اسید هیومیک روی عملکرد گیاهان، همچنین به دلیل حضور برخی ترکیبات اکسینی، سیتوکینینی و جیبرلینی در آن است (۵).

ارتباط مثبت بین استفاده از اسید هیومیک و افزایش رشد، بازدهی و کیفیت محصول در توت‌فرنگی و گیاهان دیگر گزارش شده است (۱، ۶، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۲۰ و ۲۷). نری و همکاران (۲۲) نشان دادند که کاربرد محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک روی توت‌فرنگی رقم اندا در مرحله گلدهی باعث کاهش تعداد میوه شد. کاربرد طولانی‌تر (۸ هفته) اسید هیومیک میزان فتوسنتز و کیفیت میوه را افزایش داد. مطالعه عشقی و گاراژیان (۱۰) روی توت‌فرنگی رقم پاروس نشان داد که کاربرد برگی اسید هیومیک در غلظت ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، بالاترین وزن خشک ریشه و سرشاخه را باعث شد. بیشترین تعداد گل و بازدهی نیز با کاربرد برگی ۹۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک به دست آمد. همچنین اثر کاربرد برگی اسید هیومیک روی اصلاح ویژگی‌های کمی و کیفی مانند تعداد میوه، بازدهی کل گیاه، سفتی میوه و میزان کلروفیل در توت‌فرنگی رقم آروماس مشاهده شد (۱۴). اسید هیومیک در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر بسیاری از صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سابرینا را تحت تاثیر قرار داد (۱۷). بر خلاف یافته‌های این پژوهش، مطالعه شهاتا و همکاران (۳۱) روی توت‌فرنگی رقم فستیوال نشان داد که کاربرد برگی اسید هیومیک باعث کاهش رشد شد. علت را می‌توان در نوع رقم و غلظت استفاده‌شده اسید هیومیک جستجو کرد.

برخی محققان اثر مثبت اسید هیومیک روی رشد و نمو گیاهان را به دلیل اثر آن روی ریشه می‌دانند (۲۴، ۳۴ و ۳۵). اسید هیومیک باعث افزایش خلل و فرج خاک می‌شود و به تهویه خاک و افزایش تنفس گیاه کمک می‌کند، در نتیجه باعث رشد بیشتر ریشه و افزایش بازدهی گیاه می‌گردد. حضور اسید هیومیک نیاز گیاه به برخی کودها را کاهش می‌دهد. در توت‌فرنگی رقم سابرینا، با افزایش غلظت اسید هیومیک به صورت کاربرد برگی، مقدار پتاسیم برگ افزایش یافت (۱۷). مطالعه عشقی و گاراژیان (۱۰) نشان داد که کاربرد برگی اسید هیومیک باعث تولید بیشترین وزن خشک شاخه و ریشه در توت‌فرنگی شد. علت اصلی این تولید بیشتر بیوماس، افزایش حضور ازت، فسفر و پتاسیم است. حسینی فرهی و همکاران (۱۴)، افزایش ویژگی‌های کمی (تعداد میوه) و کیفی (میزان کلروفیل، بازدهی کل گیاه و سفتی میوه) توت‌فرنگی را با کاربرد برگی اسید هیومیک در کشت هایدروپونیک نشان دادند. افزایش سطح برگ، طول و وزن میوه، وزن و تعداد فندقه و وزن تر و خشک شاخه و ریشه در توت‌فرنگی رقم 'سلوا' با کاربرد برگی اسید هیومیک مشاهده شد (۳۸).

در طی نمو میوه، قوی‌ترین مقصد هیدرات‌های کربن و سایر مواد مغذی موجود در برگ‌ها، میوه‌ها می‌باشد و ریشه‌ها نقش کم‌رنگ‌تری در جذب مواد مغذی دارند (۱۲). بنابراین، کاربرد برگی کودها از جمله

اسید هیومیک بسیار موثرتر است (۲۲). تکرار استفاده از این کودها (اسید هیومیک)، کیفیت میوه را اصلاح می‌کند. کاربرد برگی اسید هیومیک همچنین بر قدرت گیاه می‌افزاید (۲۲). افزایش توان کلی گیاه احتمال شکستن گیاهان به ویژه ارقام با نسبت برگ به میوه پایین را کاهش می‌دهد (۲۱). کاهش استفاده از کودها به صورت مصرف خاکی همراه با کاربرد دقیق محلول‌پاشی برگی، از نشت زیادی مواد مغذی و آلودگی جلوگیری می‌کند (۲۱). جذب مناسب عناصر توسط گیاهان تیمارشده با اسید هیومیک نشان می‌دهد که این ترکیب روی رشد ریشه و تراوایی غشای پلاسمایی اثر مثبت دارد (۲۲ و ۳۷). برخی محققان گزارش کردند که علت موثر بودن اسید هیومیک روی رشد و نمو گیاهان، حضور تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها است (۵). ارتفاع توت‌فرنگی طی تیمار با اسید هیومیک افزایش یافت (۲، ۳ و ۴).

بسترهای کشت مناسب نقش موثری در رشد و نمو بهینه گیاهان دارند. شوری باعث افزایش تنش اسمزی، سمیت یونی، تنش اکسیداتیو و عدم تعادل مواد غذایی می‌شود. کمپوست‌ها می‌توانند جای‌گزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند. استفاده از کود کمپوست و کاربرد برگی اسید هیومیک باعث افزایش رشد و بازدهی و کیفیت میوه توت‌فرنگی شد (۳۱). شهاتا و همکاران (۳۱) نشان دادند که طول گیاه و وزن میوه توت‌فرنگی رقم فستیوال طی کاشت در بستر کمپوست افزایش یافت. اثر کمپوست روی توت‌فرنگی می‌تواند به دلیل حضور تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و اسید هیومیک در کمپوست باشد که توسط افزایش در فعالیت میکروب‌ها مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، جلبک‌ها و اکتینومایست‌ها تولید می‌شوند (۳). مطالعه ما نشان داد که بستر مخلوط خاک معمولی همراه با ضایعات چای بیشترین اثر را روی افزایش تعداد میوه و افزایش وزن میوه توت‌فرنگی داشت. بسترهای آلی به نگهداری آب و مواد غذایی کمک می‌کنند و آنها را به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند. اصلاح کمیت و کیفیت میوه می‌تواند به دلیل رشد بهتر گیاه در کمپوست باشد. اسید هیومیک، اثرات منفی ناشی از تنش شوری (طول ریشه، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و مقدار کلروفیل) را در توت‌فرنگی رقم سابرینا تعدیل کرد و نشت الکترولیت را کاهش داد (۱۷). مطالعه شریفی و همکاران (۳۰) روی توت‌فرنگی رقم آروماس نشان داد که بستر کشت حاوی پرلیت و کوکوپیت و استفاده از اسید هیومیک (به ویژه ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) باعث افزایش، تعداد و وزن میوه، مقدار پروتیین و هیدرات کربن محلول، بازدهی و انباشت برخی عناصر از جمله فسفر و پتاسیم در برگ شد. این محققان همچنین نشان دادند که بیشترین تعداد میوه، وزن میوه و عملکرد مربوط به گیاهانی بود که در بستر پرلیت و کوکوپیت کشت شده بودند. اسید هیومیک با افزایش رشد و قدرت جذب ریشه و نیز فعالیت پمپ پروتون ($H^{+}$-ATPase) باعث افزایش جذب آب و مواد مغذی در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌گردد (۸). پژوهش روی توت‌فرنگی آشکار کرد که بستر کشت ترکیبی، رشد و عملکرد بهتر را نسبت به بستر کشت تکی القا کرد (۳۳). افزایش عملکرد محصول و جذب پتاسیم در اثر کاربرد اسید هیومیک و بستر ورمیکومپوست حاصل از ضایعات گیاهی در برخی پژوهش‌ها از جمله روی ارقام مختلف توت‌فرنگی نشان داده شد (۱۰، ۳۲ و ۴). عملکرد توت‌فرنگی رقم کاماروزا به‌ویژه مقدار برخی عناصر ضروری طی کاشت در بستر پرلیت و زئولیت افزایش یافت (۳۳).

## نتیجه‌گیری

اسید هیومیک با داشتن برخی خصوصیات ویژه از جمله فراهم آوردن عناصر ضروری قابل‌دسترس به‌ویژه عناصر کم‌مصرف مانند آهن و افزایش مقاومت گیاه به انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌تواند کمیت و کیفیت گیاه توت‌فرنگی را افزایش دهد. افزودن بسترهایی مانند پرلیت، کمپوست‌ها و ضایعات کشاورزی به بسترهای کشت خاکی، نقش مؤثری در بهبود کمیت و کیفیت گیاهان دارد. نتایج نشانگر تاثیر مثبت اسید هیومیک در بهبود پارامترهای کمی و کیفی گیاه توت‌فرنگی بود. این موضوع در مورد بسترهای کشت متفاوت نیز صادق بود. به‌علاوه نوع رقم نیز در نوع واکنش گیاه به کاربرد این کود آلی تاثیرگذار بود و رقم 'محلی' از این لحاظ در مقایسه با رقم 'سلوا' برتری داشت. در مجموع، با توجه به اهمیت میوه در گیاه توت‌فرنگی، بهترین تیمار؛ ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در بستر کشت مخلوط خاک معمولی همراه با پرلیت برای رقم 'سلوا' بود.

## منابع


1- Ameri A., and Tehranifar A. 2012. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* cv. Camarosa. Journal of Biological and Environmental Science 6(16): 77–79.

2- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S., and Welch C. 2004a. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiology 47: 731–735.

3- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., and Metzger J.D. 2004b. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93(2): 145–153.

4- Arancon N.Q., Lee S., Edwards C.A., and Atiyeh R. 2004c. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. Pedobiology 47: 741–744.

5- Atiyeh R.M., Lee S., Edwards C.A., Arancon N.Q., and Metzger J.D. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84: 7–14.

6- Baldotto L.E.B., Baldotto M.A., Canellas L.P., Bressan-Smith R., and Olivares F.L. 2010. Growth promotion of pineapple 'Victoria' by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. Revista Brasileira de Ciênciado Solo 34: 1593–1600.

7- Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P., and Piccolo A. 2015. Humic and fulvic acids as bio stimulants in horticulture. Scientia Horticulturae 196 (30): 15–27.

8- Cenellas L.P., Olivares F.L., Okorokova-Facanha A.L., and Facanha A.R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plasma membrane H-ATPase activity in maize roots. Plant Physiology 130 (4): 1951–1957.

9- Chen Y., and Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. p. 161-186. In: MacCarthy P., Clapp C.E., Malcolm R.L., and Bloom P.R. (eds.) Humic substances in soil and crop science: selected readings. Madison, WI: American Society of Agronomy and Soil Society of America.

10- Eshghi S., and Garazhian M. 2015. Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. Iran Agricultural Research 34 (1): 14–20. (in Persian with English abstract)

11- Hafez M.M. 2004. Effect of some sources of nitrogen fertilizer and concentration of humic acid on the productivity of squash plant. Egyptian Journal of Applied Science 19: 293–309.

12- Hancock J.F. 1999. Strawberries. University Press, Cambridge, pp. 237.

13- Hartwigson J.A., and Evans M.R. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. HortScience 35 (7): 1231–1233.

14- Hosseini Farahi M., Aboutalebi A., Eshghi S., Dastyaran M., and Yosefi F. 2013. Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of aromas strawberry in soilless culture. Agricultural Communications 1 (1): 13–16.

15- Kashi A., and Hekmati J. 1991. Strawberry cultivation. Tehran. First Edition, 121 pp. (In Persian)

16- Khaled H., and Hassan A.F. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil and Water Research 6(1): 21–29.

17- Khodamoradi P., Amiri J., and Dovlati B. 2018. Effect of humic acid on some morphological and physiological characteristics of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. Sabrina) under salinity stress. Pomology Research 2(2): 109–135. (In Persian with English abstract).

18- Mart I. 2007. Fertilizers, organic fertilizers, plant and agricultural fertilizers. Agro and Food Business Newsletter pp: 1–4.

19- Mollahosseini H.V., Bahrami F., Ghayoor F.A., and Baghi A. 2014. Complete and illustrated guide to strawberry production by soil cultivation and hydroponics. First Edition. Sarva and Farshiveh Publishers, Tehran (In Persian)

20- Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34: 1527–1536.

21- Neri D., Bonanomi G., Cozzolino E., Zucconi F. 1998. Studies on the supply of organic matter in the strawberry grove. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura 5: 47–54.

22- Neri D., Lodolini E.M., Savini G., Sabbatini P., Bonanomi G., Zucconi F. 2002. Foliar application of humic acid on strawberry (cv. Onda). Acta Horticulturae 594.

23- Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y.P., Luo A., and Etemadi, N. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of *Gerbera*. Journal of Plant Nutrition 31: 2155–2167.

24- Ozdamarullu H.U., Nlu H., Karakurt Y., and Padem H. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. Scientific Research and Essays 6(13): 2800–2803.

25- Panuccio M.R., Muscolo A., and Nardi S. 2001. Effect of humic substances on nitrogen uptake and assimilation in two species of *Pinus*. Journal of Plant Nutrition 24(4–5): 693–704.

26- Pilanali N., and Kaplan M. 2003. Investigation of effects on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant. Journal of Plant Nutrition 26: 835–843.

27- Rachid A.F., Bader B.R., and Al-Alawy H.H. 2020. Effect of foliar application of humic acid and Nanocalcium on some growth, production, and photosynthetic pigments of cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis) planted in calcareous soil. Plant Archives 20: 32–37.

28- Rostami M., and Shokouhian A.A. 2018. Evaluation of humic acid application methods and ratios of nitrogen on characteristics of morphological and yield of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Paros. Journal of Horticultural Science 32(2): 251–261. (In Persian with English abstract)

29- Sabzevari S., Khazaei H., and Kafi M. 2009. The effect of humic acid on root and shoot growth of Sayunz and Sabalan wheat cultivars. Water and Soil Journal 94: 23–87. (In Persian with English abstract)

30- Sharifi A., Ghaderi N., Khorshidi J., and Javadi T. 2018. Effect of culture media type and different concentrations of humic acid on yield components and some biochemical characteristics of *Fragaria* × *ananassa* Duch. cv. aromas. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19(4): 419–432. (In Persian with English abstract)

31- Shehata S., Gharib A., Mohamed A.A., El-Mogy M., Abdel Gawad K.f., and Shalaby E.A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, and yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research 5(11): 2304–2308.

32- Theunissen J., Ndakidemi P.A., and Laubscher C.P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of Physical Science 5(13): 1964–1973.
33- Turhan E., and Atilla E. 2004. Effect of sodium chloride application and different growth media on ionic composition in strawberry plant. Journal of Plant Nutrition 27: 1653–1665.
34- Turkmen O., Dursun A., Turan M., and Erdinc C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. Soil and Plant Science 54: 168–174.
35- Yildrim E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agriculturæ Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 57: 182–186.
36- Zaky M.H., Zoah E.L., and Ahmed M.E. 2006. Effects of humic acids on growth and productivity of bean plants grown under plastic low tunnels and open field. Egyptian Journal of Applied Sciences 21(4): 582–596.
37- Zandonadi D.B., Canellas L.P., and Facanha A.R. 2007. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast $H^+$ pumps activation. Planta 225: 1583–1595.
38- Zare M., 2011. Effect of foliar application of Algarin, Derin and Humic acid on flowering, quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit cv Selva. M.Sc. Thesis in Horticultural Sciences. 96 p.
39- Zimmer G. 2004. Humates and humic substances. National Journal Sustainable Agricultural 34(1): 1–2.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 135-151
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۵۱-۱۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

# Leaf Application of Humic Acid on Morphologic, Flowering and Fruit Traits of 'Local' and 'Selva' Strawberry Cultivars under Different Cultivation Beds

**M.R. Safari Motlagh[1]– B. Kaviani[2*]- Zh. Ashesh[3]**
Received: 05-09-2020
Accepted: 11-01-2021

**Introduction:** In recent years, applying humic acid has been common in enhancing the quantitative and qualitative characteristics of crops. The use of biofertilizers instead of chemical fertilizers has an effective role in increasing the health of plants, animals, and humans, and reducing environmental pollution. Chemical fertilizers are gradually being replaced by biofertilizers. Strawberry is a fruit with high nutritional value. Choosing the right nutritional conditions such as fertilizers and suitable cultivation beds to achieve high quantitative and qualitative yield in this plant is inevitable. In recent years, the use of humic acid has been common in enhancing the vegetative and generative characteristics of crops. Humic acid is a rich source of potassium, phosphorus and nitrogen. The method of application of humic acid has an effective role in improving the quantitative and qualitative characteristics of plants. Combining some cultivation beds such as perlite, composts, and fertilizers including agricultural waste (such as rice bran and tea wastes) into soil cultivation beds have had an effective role for improving the quantity and quality of plants.

**Materials and Methods:** A pot experiment was conducted to evaluate the effects of foliar application of humic acid and different cultivation beds on morphology, flowering and fruiting of two strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) cultivars 'Local' and 'Selva' in Islamic Azad University, Rasht Unit, on 2016. Different concentrations of humic acid (0, 300, 600, and 1000 mg $l^{-1}$) were applied as foliar application in two steps (late March containing three leaves and late April containing five leaves) on strawberries cultivated in different beds (usual soil and usual soil with rice bran, or perlite, or tea wastes). The experiment was carried out as factorial based on a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Some traits including plant height, root number, root length, leaf length, shoot number, shoot length, shoot diameter, leaf number, node number, flowering time, flower diameter, flower number, fruit number and fruit weight were measured.

**Results and Discussion:** Analysis of variance showed that the interaction effect of humic acid × cultivation bed ×cultivar on plant height, shoot length, shoot number, leaf number, root length, root number, flower diameter ($p \leq 0.01$), fruit weight, and fruit number ($p \leq 0.05$) was significant. The interaction effect of these three factors on shoot or stolon diameter, leaf length, flowering time and flower number was not significant. Results of mean comparison showed that the highest shoot or stolon number (14.82) were obtained in 'Selva' cultivar treated with 1000 mg $l^{-1}$ humic acid cultivated in usual soil with tea wastes. The highest fruit weight (35.45 g) and fruit number (15.41 per plant) were obtained in 'Selva' cultivar treated with 1000 mg $l^{-1}$ humic acid cultivated in usual soil with perlite. The maximum leaf number (16.03 per plant) was obtained in the treatment of 300 mg $l^{-1}$ humic acid and the cultivation bed of usual soil and rice bran in 'Local' cultivar. Minimum fruit number (3.58) and fruit weight (8.23 g) were obtained in 'Local' cultivar cultivated in usual soil bed without humic acid. The highest number of root (19.56) was obtained in the treatment of 600 mg $l^{-1}$ humic acid and the cultivation bed of usual soil with perlite in 'Local' cultivar. The highest amount of flower diameter (7.85 mm) was calculated in the treatment of 1000 mg $l^{-1}$ humic acid and the cultivation bed of usual soil with tea wastes on 'Selva' cultivar. These results suggest that humic acid foliar application might be benefit to enhance fruit characteristics of strawberry. Totally, humic acid application increased growth and yield of strawberry. Since the most important parameters for increasing the quality of strawberry fruit is fruit characteristics, it is recommended to use 1000 mg $l^{-1}$ of humic acid cultivated in the usual soil mixture with tea wastes. Strawberries are widely cultivated worldwide due to their high nutritional value. Chemical fertilizers have been used as a way to increase crop yields, but have led to problems such as nitrate accumulation, pot life, and poor quality and environmental pollution. Therefore, organic fertilizers have been used. Humic acid can improve quantitative and qualitative production by having properties such as providing more available essential elements and increasing plant

1- Associate Professor, Department of Plant Pathology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht
2 and 3- Associate Professor and Graduate Master, Department of Horticulture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, respectively.
(*- Corresponding Author Email: kaviani@iaurasht.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61935.0

resistance to various biological and non-biological stresses. A positive association has been reported between the use of humic acid and the increases in growth, yield and product quality in strawberries and other plants. Proper cultivation bed plays an important role in the optimal growth and development of plants. Salinity increases osmotic stress, ion toxicity, oxidative stress and food imbalance. The use of compost fertilizer and foliar application of humic acid increased the growth, yield and quality of strawberry fruit.

**Keywords**: Humic acid, Cultivar, Cultivation beds, Flowering, Strawberry